

第 2 小题：流表管理

一、实验目的

利用控制器提供的 API（例如 REST API），开发一个网络及流表管理工具（客户端，网页端均可）。管理工具可以显示网络拓扑结构，查看流表，增加流表，删除流表。

二、实验原理-程序设计

我们基于 Floodlight 现有的 API 实现了一个简单的 Web 站点，主要功能有：

- 查看 Switch 列表及各个 Switch 的信息
- 查看 Host 列表及各个 Host 的信息
- 查看拓扑图
- 查看流表
- 针对某个 Switch 添加/删除 Static Flow
- 查看日志

程序的架构设计如图 1.1 所示：

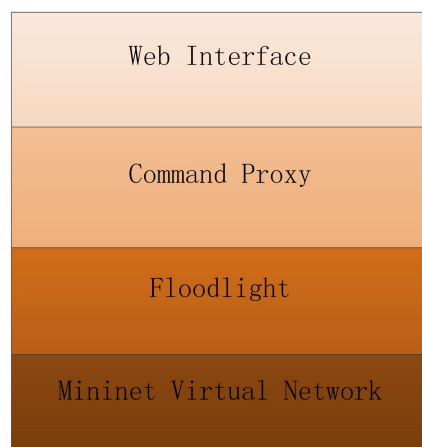


图 1.1：架构设计

底层虚拟机上的操作系统上安装有 Mininet，通过 Mininet 我们可以创建多种类型的拓扑，并且可以把 floodlight controller 设置为远程，在我们的方案中 floodlight 安装在虚拟机的宿主机上。Floodlight 负责监听和控制虚拟机中拓扑的动态。我们在宿主机上又搭建了一个网站，网站后端即 Command Proxy 负责转发前端 Web Interface 的操作请求给 Floodlight，Floodlight 通过 REST API 接口开放。前端 Web Interface 负责发出操作请求并在页面上展示整个拓扑的状态并提供操作接口以便用户能够添加/删除 flows。

（一）Mininet Virtual Network

1.1 Mininet 介绍

Mininet 是由一些虚拟的终端节点（end-hosts）、交换机、路由器连接而成的一个网络仿真器，它采用轻量级的虚拟化技术使得系统可以和真实网络相媲美。Mininet 可以很方便地创建一个支持 SDN 的网络：host 就像真实的电脑一样工作，可以使用 ssh 登录，启动应用程序，程序可以向以太网端口发送数据包，数据包会被交换机、路由器接收并处理。有了这个网络，就可以灵活地为网络添加新的功能并进行相关测试，然后轻松部署到真实的硬件环境中。

Mininet 的特性包括可以简单、迅速地创建一个支持用户自定义的网络拓扑，缩短开发测试周期。可以运行真实的程序，在 Linux 上运行的程序基本上都可以在 Mininet 上运行，如 WiresharkMininet。支持 Openflow，在 Mininet 上运行的代码可以轻松移植到支持 OpenFlow 的硬件设备上。Mininet 可以在自己的电脑，或服务器，或虚拟机，或者云（例如 Amazon EC2）上运行。Mininet 提供 python API，简单易用。

1.2 基于 Mininet 拓扑搭建

拓扑搭建方面我们使用了 Mininet，我们在 VirtualBox 安装 Mininet 虚拟机。利用它可以非常方便的模拟出一个网络。例如，模拟出一个如提高题 1 中的网络的命令为：

```
>>sudo mn --custom /home/ubuntu/mininet/custom/proxy-access.py --topo mytopo --switch ovsk --controller=remote,ip=192.168.181.129,port=6633
```

Mininet 可以连接到 Floodlight 作为 Controller，Controller 可以是本地的或者远程的。默认情况下一个 Mininet 虚拟网络中的 Swicth 只能使用同一个 Controller，但是可以通过编写自定义脚本的方式来构建 Mininet 拓扑，并且在其中显示的指定多个 Controller。

（二）Floodlight

Floodlight 是 Openflow 协议的一个实现。它提供了一些简单的 API 用来查询和控制网络状态，例如查询拓扑环境；罗列 Switch 和 Host；添加/删除静态流；配置防火墙等。

（三）Command Proxy

由于 ajax 不能跨域请求，所以我们建立了一个服务器端代理。Command Proxy 是我们用 Php 编写的一个后端脚本，它用来转发 Web Interface 的请求或者执行

Web Interface 发送的命令。流程如图 1.2 所示：

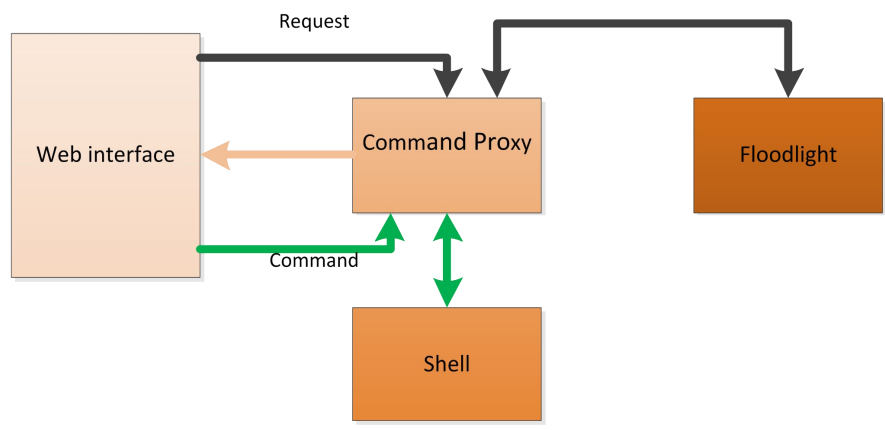


图 1.2: Command Proxy 流程

（四）Web Interface

Web Interface 提供了可视化的用户接口，用户可以在浏览器中查看拓扑、添加/删除流、查看日志等操作，并负责发出操作请求到后端 commend proxy。

三、 实验过程及结果

在浏览器中输入 localhost/floodlightUI/index.html 可进入 web 界面查看各类信息。主界面如图 1.3 所示。

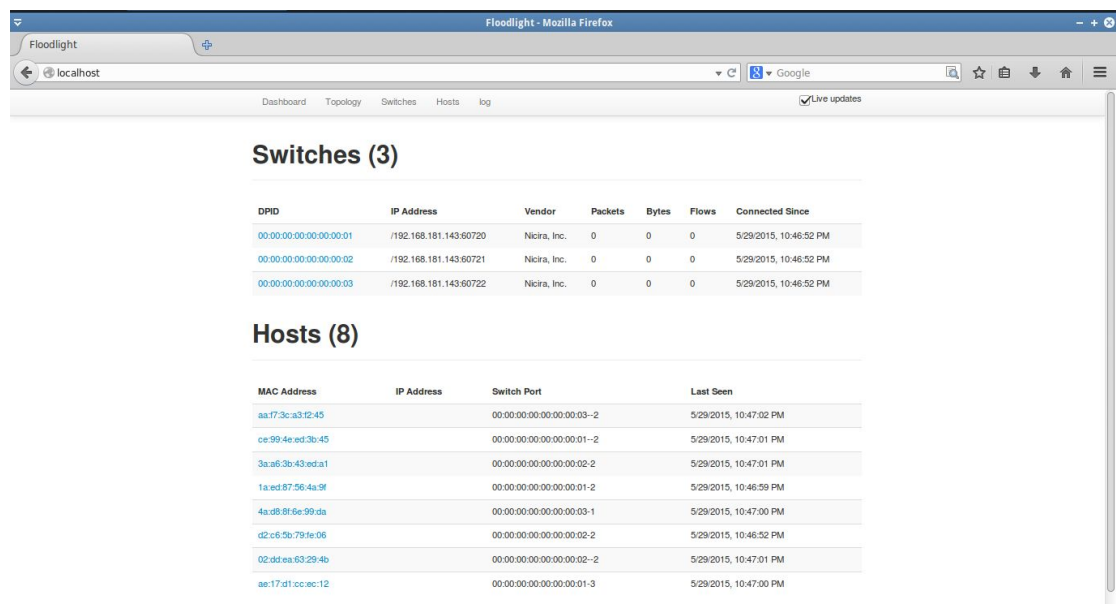


图 1.3: web 主界面

（一）查看 Switch 列表及各个 Switch 的信息

Switches (3)

DPID	IP Address	Vendor	Packets	Bytes	Flows	Connected Since
00:00:00:00:00:00:01	/192.168.181.143:37481	Nicira, Inc.	0	0	0	5/27/2015, 10:02:09 PM
00:00:00:00:00:00:02	/192.168.181.143:37486	Nicira, Inc.	0	0	0	5/27/2015, 10:02:10 PM
00:00:00:00:00:00:03	/192.168.181.143:37485	Nicira, Inc.	0	0	0	5/27/2015, 10:02:09 PM

图 1.4: Switches 界面

首先为用户提供了可视化界面来查看路由的列表，所有路由的 IP Address、Vender、Packets、Bytes、Flows 以及 Connected Since 信息一览无遗。

（二）查看 Host 列表及各个 Host 的信息

Hosts (7)

MAC Address	IP Address	Switch Port	Last Seen
ce:c2:ac:fd:5c:e4	10.0.0.2	00:00:00:00:00:00:01-3	5/27/2015, 10:04:51 PM
6a:fc:83:1d:bc:8c	10.0.0.1	00:00:00:00:00:00:01-1	5/27/2015, 10:04:51 PM
4a:96:09:ba:3e:46		00:00:00:00:00:00:01--2	5/27/2015, 10:02:19 PM
8a:90:17:d7:29:c2	10.0.0.4	00:00:00:00:00:00:02-1	5/27/2015, 10:04:52 PM
d2:53:71:12:5d:42		00:00:00:00:00:00:03--2	5/27/2015, 10:02:19 PM
a6:1e:81:5e:08:4b		00:00:00:00:00:00:02--2	5/27/2015, 10:02:18 PM
22:fa:f7:60:b7:39	10.0.0.3	00:00:00:00:00:00:03-1	5/27/2015, 10:04:52 PM

图 1.5: Host 界面

同时继续利用 floodlight 的自带 API 让各主机的信息也完美地展现在了用户面前。

(三) 查看拓扑图

Topology

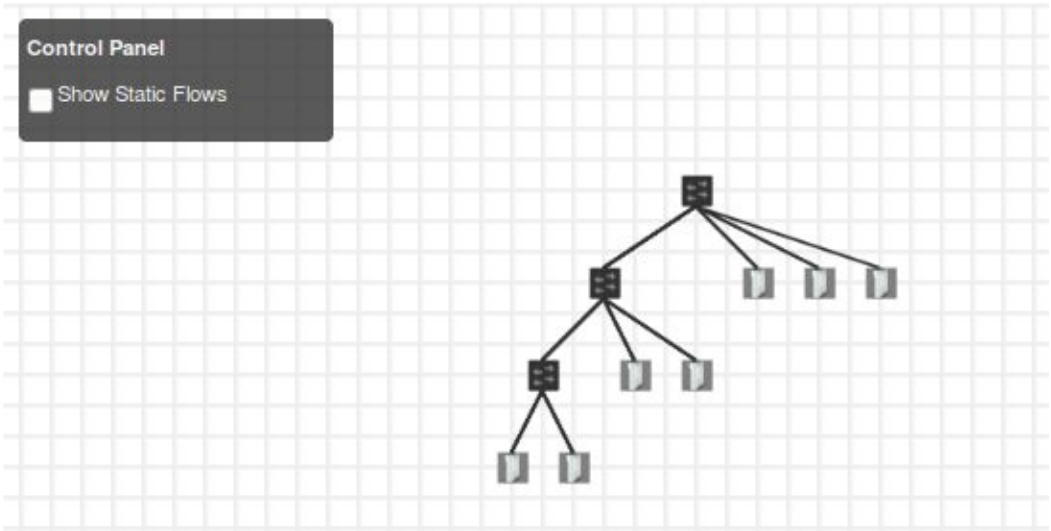


图 1.6: Topology 界面

接着我们实现了查看拓扑结构的功能，用户还可以自由拖动图中的设备以达到最好的视觉化效果。

(四) 查看流表

Flows (6)

Name	Cookie	Priority	Match	Action	Packets	Bytes	Age	Timeout
9007199254740992	0	0	port=1, VLAN=-1, src=22:fa:f7:60:b7:39, dest=8a:90:17:d7:29:c2	output 2	2	140	6 s	5 s
9007199254740992	0	0	port=2, VLAN=-1, src=8a:90:17:d7:29:c2, dest=22:fa:f7:60:b7:39	output 1	3	238	5 s	5 s
9007199254740992	0	0	port=2, VLAN=-1, src=6a:fc:83:1d:bc:8c, dest=22:fa:f7:60:b7:39	output 1	3	238	7 s	5 s
9007199254740992	0	0	port=1, VLAN=-1, src=22:fa:f7:60:b7:39, dest=ce:c2:ac:fd:5c:e4	output 2	2	140	6 s	5 s
9007199254740992	0	0	port=2, VLAN=-1, src=ce:c2:ac:fd:5c:e4, dest=22:fa:f7:60:b7:39	output 1	3	238	7 s	5 s
9007199254740992	0	0	port=1, VLAN=-1, src=22:fa:f7:60:b7:39, dest=6a:fc:83:1d:bc:8c	output 2	2	140	7 s	5 s

Flow Pusher

图 1.7: Flows 界面

点击 Switches 界面中某个具体交换机，便可以进入并查看该交换机的具体信息，还提供了查看流表的功能。用户可以看到流的名称、Cookie、优先级、数据包数量等信息。

（五）针对某个 Switch 添加/删除 Static Flow

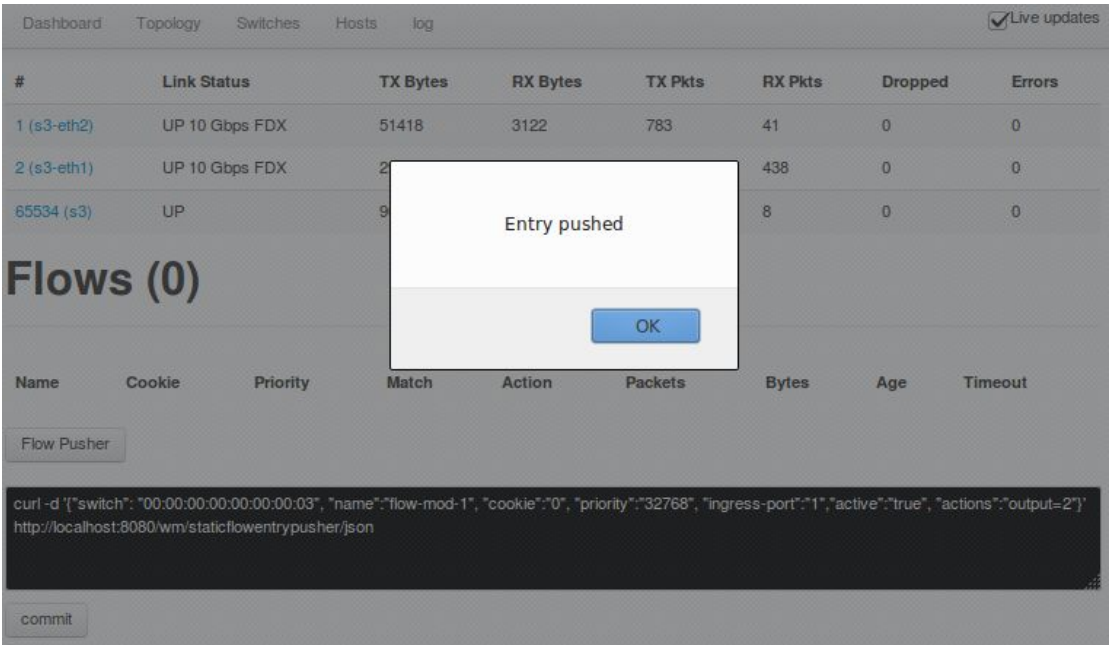


图 1.8：添加流表

我们还给用户提供了增加和删除流表的功能。在流表的下方我们为用户提供了命令输入窗口，单击 Flow Pusher 可出现一个输入框，在这里用户可以自主输入添加流表命令，比如示例命令如下：

```
curl -d '{"switch": "00:00:00:00:00:00:00:03", "name": "flow-mod-1", "cookie": "0",  
"priority": "32768", "ingress-port": "1", "active": "true", "actions": "output=2"}'  
http://localhost:8080/wm/staticflowentrypusher/json
```

单击 commit 来添加流表。图 1.8 是在添加流表，图 1.9 则是添加流表成功的样子。我们可以明显看到流表中多了一条记录。

Dashboard

Topology

Switches

Hosts

log

Live updates

S/N: None

Ports (3)

#	Link Status	TX Bytes	RX Bytes	TX Pkts	RX Pkts	Dropped	Errors
1 (s3-eth2)	UP 10 Gbps FDX	84308	3122	1289	41	0	0
2 (s3-eth1)	UP 10 Gbps FDX	46069	43739	734	702	0	0
65534 (s3)	UP	902	648	15	8	0	0

Flows (1)

Name	Cookie	Priority	Match	Action	Packets	Bytes	Age	Timeout
flow-mod-1	45035997351236010	-32768	port=1	output 2	0	0	23 s	0 s

Flow Pusher

图 1.9：流表已添加

删除和添加基本上一样，区别仅在于命令不同。这是删除上面添加的流表的示例命令：

```
curl -X DELETE -d '{"name":"flow-mod-1"}'
http://localhost:8080/wm/staticflowentrypusher/json
```

删除的动作如下。

Dashboard	Topology	Switches	Hosts	log	<input checked="" type="checkbox"/> Live updates							
<div> <div>1 (s3-eth2)</div> <div>UP 10 Gbps FDX</div> <div>84308</div> <div>3122</div> <div>1289</div> <div>41</div> <div>0</div> <div>0</div> </div> <div> <div>2 (s3-eth1)</div> <div>UP 10 Gbps FDX</div> <div>46069</div> <div>43739</div> <div>734</div> <div>702</div> <div>0</div> <div>0</div> </div> <div> <div>65534 (s3)</div> <div>UP</div> <div>902</div> <div>648</div> <div>15</div> <div>8</div> <div>0</div> <div>0</div> </div>												
Flows (1)												
Name	Cookie	Priority	Match	Action	Packets	Bytes	Age	Timeout				
flow-mod-1	45035997351236010	-32768	port=1	output 2	0	0	23 s	0 s				
Flow Pusher												
<pre>curl -X DELETE -d '{"name":"flow-mod-1"}' http://localhost:8080/wm/staticflowentrypusher/json</pre>												
commit												

Entry flow-mod-1 deleted

OK

图 1.10：删除流表

删除完成，点击确认后，删除流表

Dashboard

Topology

Switches

Hosts

log

Live updates

Open vSwitch

2.1.0

S/N: None

Ports (3)

#	Link Status	TX Bytes	RX Bytes	TX Pkts	RX Pkts	Dropped	Errors
1 (s3-eth2)	UP 10 Gbps FDX	100818	3122	1543	41	0	0
2 (s3-eth1)	UP 10 Gbps FDX	54230	52107	867	838	0	0
65534 (s3)	UP	902	648	15	8	0	0

Flows (0)

Name	Cookie	Priority	Match	Action	Packets	Bytes	Age	Timeout
Flow Pusher								

图 1.11：流表已删除

（六）查看日志

最后我们还完成了查看日志的功能。整个拓扑网络的日志监听完整地在这里反映出来了，并能够根据日志实时更新页面。页面的样子如下：

Log Info

Tail

Stop

2013-11-20 16:32:31.138 WARN [n.f.t.TopologyManager] The following switch ports have multiple links incident on them, so these ports will be treated as broadcast domain ports. [[id=00:00:00:00:00:0d, port=3], [id=00:00:00:00:00:0a, port=3]]

2013-11-20 16:31:54.699 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0d outPort=3, dst=00:00:00:00:00:0a, inPort=3]

2013-11-20 16:31:54.697 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0a outPort=3, dst=00:00:00:00:00:09, inPort=1]

2013-11-20 16:28:46.97 WARN [n.f.t.TopologyManager] The following switch ports have multiple links incident on them, so these ports will be treated as broadcast domain ports. [[id=00:00:00:00:00:0d, port=3], [id=00:00:00:00:00:0a, port=3]]

2013-11-20 16:28:09.637 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0a outPort=3, dst=00:00:00:00:00:09, inPort=1]

2013-11-20 16:28:09.632 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0d outPort=3, dst=00:00:00:00:00:0a, inPort=3]

2013-11-20 16:26:46.74 WARN [n.f.t.TopologyManager] The following switch ports have multiple links incident on them, so these ports will be treated as broadcast domain ports. [[id=00:00:00:00:00:0d, port=3], [id=00:00:00:00:00:0a, port=3]]

2013-11-20 16:26:09.606 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0a outPort=3, dst=00:00:00:00:00:09, inPort=1]

2013-11-20 16:26:09.604 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0d outPort=3, dst=00:00:00:00:00:0a, inPort=3]

2013-11-20 16:25:01.54 WARN [n.f.t.TopologyManager] The following switch ports have multiple links incident on them, so these ports will be treated as broadcast domain ports. [[id=00:00:00:00:00:0d, port=3], [id=00:00:00:00:00:0a, port=3]]

2013-11-20 16:24:24.619 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0a outPort=3, dst=00:00:00:00:00:09, inPort=1]

2013-11-20 16:24:24.589 WARN [n.f.l.i.L.s.notification] Link added: Link [src=00:00:00:00:00:0d outPort=3, dst=00:00:00:00:00:0a, inPort=3]

2013-11-20 16:21:09.36 DEBUG [n.f.s.w.ListStaticFlowEntriesResource] Listing all static flow entries for switch: 00:00:00:00:00:09

2013-11-20 16:21:01.9 WARN [n.f.t.TopologyManager] The following switch ports have multiple links incident on them, so these ports will be treated as broadcast domain ports. [[id=00:00:00:00:00:0d, port=3], [id=00:00:00:00:00:0a, port=3]]

图 1.12： 架构设计